Aula

3

# ALGAS DAS DIVISÕES PHAEOPHYTA, BACILLARIOPHYTA E DINOPHYTA

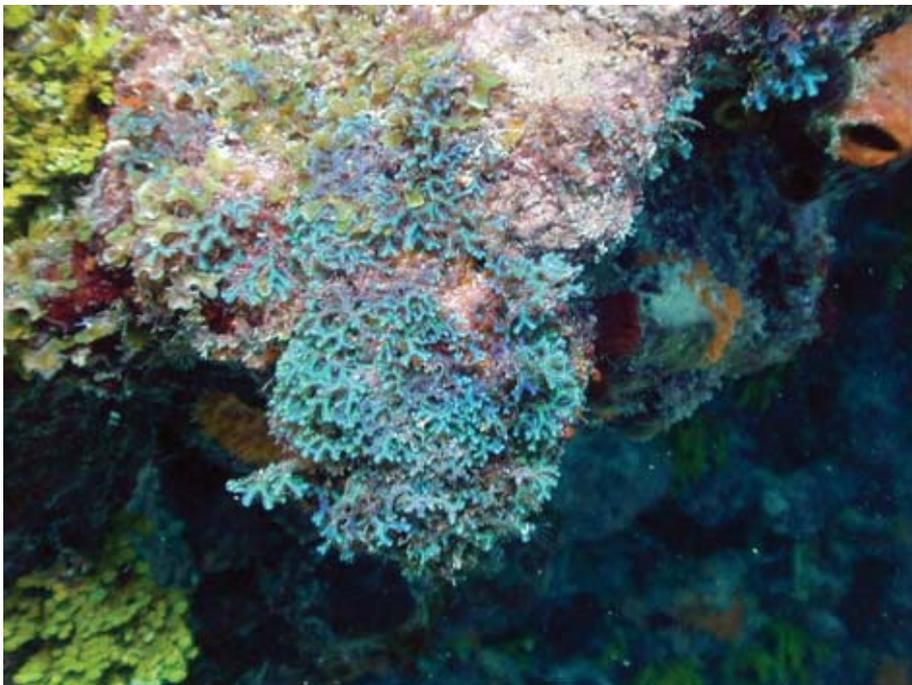
## META

Apresentar as características que definem as algas das divisões Phaeophyta, Bacillariophyta e Dinophyta.

## OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
reconhecer as características que definem as algas das divisões Phaeophyta, Bacillariophyta e Dinophyta.

## PRÉ-REQUISITOS

Conhecimento básico sobre a biologia das algas.

Algas da divisão phaeophyta.
(Fontes: http://people.uncw.edu)

# INTRODUÇÃO

**Heterocontas**

Heterocontas do grego hetero = diferentes + contes = flagelo.

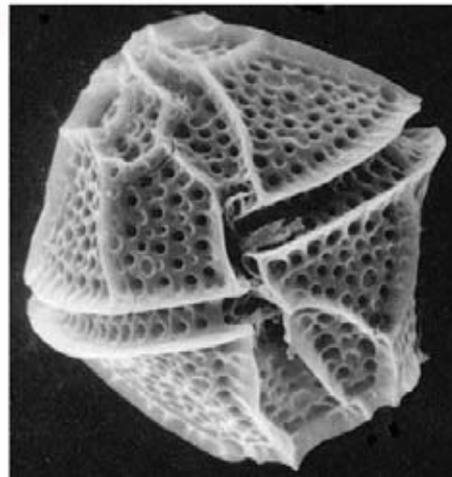
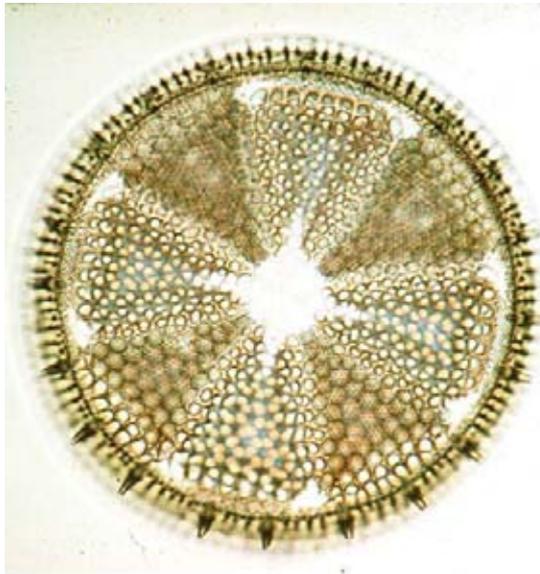
**Alvéolos**

São vesículas membranosas, achatadas que se localizam sob a membrana plasmática.

Dando continuidade ao estudo das algas, aqui serão abordados organismos de duas linhagens filogenéticas distintas dentro dos eucariontes: os estramenópilas e os alveolados, que são considerados grupos irmãos, ou seja, originaram-se de um ancestral comum a menos tempo do que as demais linhagens eucarióticas.

A linhagem das estramenópilas inclui organismos autotróficos e heterotróficos (oomicetos e labirintomicetos, que são estudados em Fungos) em função da presença de uma estrutura flagelar característica, flagelos de dois tipos, um liso e outro franjado (**heterocontas**). Os heterocontas possuem geralmente dois flagelos, um liso e outro plumoso. As algas heterocontas formam um agrupamento monofilético com três grupos principais: i) Bacillariophyta (diatomáceas), que por sua vez se divide em dois subgrupos também monofiléticos, as penadas e as cêntricas; ii) Chrysophyta e Eustigmatophyta; 3) Phaeophyta e Xantophyta.

A linhagem dos alveolados também inclui organismos autotróficos (parte dos dinoflagelados, Dinophyta ou Pyrrophyta) e heterotróficos (outra parte de Dinophyta, ciliados e foraminíferos, “apicomplexa” - Plasmodium). Esta linhagem foi estabelecida em função da presença de **alvéolos.**

Nesta aula serão tratadas as algas pertencentes às divisões Phaeophyta, Bacillariophyta e Dinophyta.

A esquerda, mostra uma bacillariophyta, e na figura a direita uma dinophyta.
(Fonte: Figura 1 – http://www.ucmp.berkeley.edu, Figura 2 – http://www.zin.ru

## LINHAGEM ESTRAMENÓPILA

## DIVISÃO PHAEOPHYTA

(do grego phaios = pardo + phyton = planta)

As Algas pardas compreendem um grupo marinho, com poucos gêneros ocorrendo em água doce, incluem as algas marinhas bentônicas mais conspícuas das águas temperadas, boreais e polares. Apesar de haver somente cerca de 1500 espécies, as algas pardas dominam as praias rochosas ao longo das regiões mais frias do globo.

## CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

- Eucarióticas;
- Clorofila a, c1e c2;
- Pigmentos acessórios:
- Carotenos - principalmente β-caroteno e xantofilas - principalmente fucoxantina;
- Produto de reserva: laminarina e manitol.
- Parede celular: celulose, ácido algínico e fucoidina;
- Presença de flagelos nos gametas e/ou esporos.

## OCORRÊNCIA

São descritos aproximadamente 250 gêneros que se encontram em sua maioria em águas frias. Existem apenas seis gêneros de água doce (Heribaudiella, Pseudobodanella, Lithoderma, Pleurocladia, Porterinema e Sphacelaria) com maior representatividade no ambiente marinho, 95% das espécies.

Em águas claras podem atingir ate 220 metros de profundidade. São bentônicos, crescendo em substrato rochoso (epilítica), sobre outras algas ou plantas (epífita) e no interior de outras algas (endófita). Ocorrem desde o supra litoral até o infralitoral (ex. Alaria - 220 m em águas tropicais do Atlântico), com grande representatividade em regiões temperadas frias formando as florestas de Kelps (Laminaria, Nereocystis, Macrocystis, Durvillea). Alguns representantes são tipicamente tropicais e subtropicais como os das ordens Dictyotales e Fucales, família Sargassaceae.

## MORFOLOGIA

Não existem formas coloniais nem unicelulares, exceto gametas e esporos. As formas mais simples são pluricelulares microscópicas epífitas. As mais complexas podem atingir ate 60 m de comprimento (Macrocystis sp.).

A organização do talo pode ser filamentosa, pseudoparenquimatosa ou parenquimatosa.
- Filamentoso - presente nas formas mais simples, sendo unisseriado ereto, ramificado ou não, partindo de uma porção prostrada. Portanto, é possível a distinção de filamentos prostrados de fixação e filamentos axiais eretos.
- Pseudoparenquimatoso - é composto por filamentos justapostos, unidos por mucilagem, em uma massa amorfa ou formando crostas.
- Parenquimatoso – é formado por células que podem se dividir em vários planos, formando um verdadeiro tecido. Esse talo pode ser cilíndrico ou achatado na forma de fita ou lâmina. Existe uma diferenciação entre medula e córtex. A medula é constituída por células incolores, enquanto que cloroplastos estão presentes no córtex.

Na medula de certas feófitas como as da Ordem Laminariales, as células cessam a divisão em determinada fase do crescimento. No entanto, a planta continua a crescer e essas células passam a ser esticadas. Desta forma, originam-se células longas que na região de contato com as células adjacentes permanecem com a largura original. Nessa região de contato existem poros nas paredes que permitem o transporte de produtos da fotossíntese, principalmente de manitol. Essas células assemelham-se aos tubos crivados das plantas vasculares, sendo anucleadas e apresentando muitas mitocôndrias.

## CRESCIMENTO

O crescimento das feófitas pode ocorrer de diferentes formas:

- Crescimento intercalar ou difuso - ocorre quando a maioria das células da alga é capaz de se dividir. Está presente na Ordem Ectocarpales (ex. Ectocarpus).
- Crescimento tricotálico - as divisões celulares estão localizadas na base de um ou vários filamentos. Ex. ordens Desmarestiales, Cutleriales e Chordariales (ex. Cutleria).
- Crescimento apical - ocorre através de uma célula apical (Sargassum, Dictyota), um grupo de células apicais - meristema apical (Chnoospora), ou uma margem de células apicais (Lobophora). Ex. ordens Sphacelariales, Dictyotales e Fucales.
- Meristema intercalar - o crescimento ocorre através de divisões celulares de uma zona meristemática (tecido) localizada na base da lâmina. Ex. Ordem Laminariales.
- Meristoderme - é uma camada superficial de meristema presente nas ordens Fucales e Laminariales, que se divide e acrescenta células de uma forma centrípeta. Essas células sofrem divisões periclinais que acrescentam camadas ao córtex e divisões anticlinais permitindo o aumento de superfície.

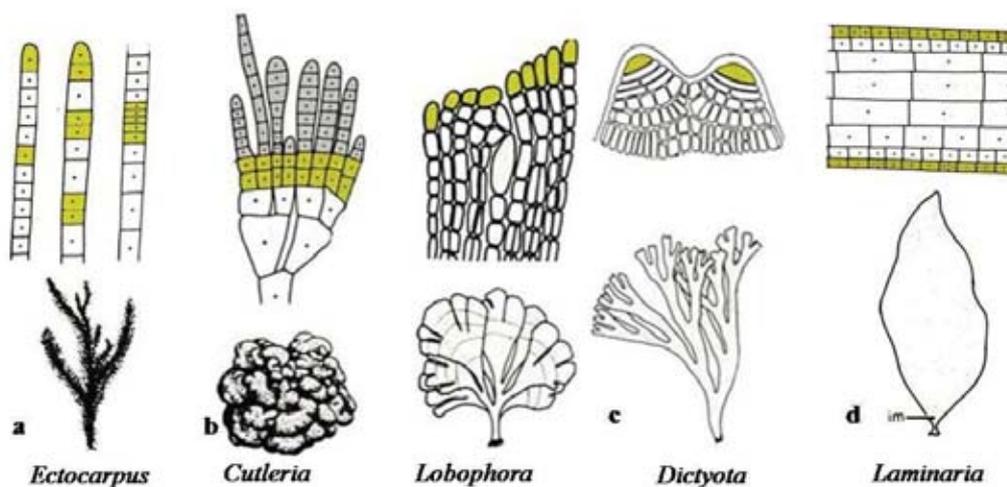



Figura 1. Tipos de crescimento encontrados nas algas pardas. (a) crescimento intercalar ou difuso; (b) crescimento tricotálico; (c) crescimento apical (formas parenquimatosas); (d) Meristema intercalar e Meristoderme (lm - localizado na margem do estipe e camada superficial da lâmina) (Extraído de Scagel et al. 1982).

## ORGANIZAÇÃO CELULAR

- Parede celular - é formada por uma camada mais interna constituída por celulose e a outra mais externa, compostos principalmente por acido algínico e fucoidina, ambos polissacarídeos. O acido algínico pode ser encontrado combinado a íons de cálcio, magnésio e ferro formando alginatos. Algumas algas pardas podem apresentar calcificação, como espécies do gênero Padina, que possuem depósitos de $CaCO_3$ na forma de aragonita em sua parede.
- Cloroplastos - estão em número de um a muitos por célula, sendo esse número utilizado como critério taxonômico, dentro do grupo. A forma destes é extremamente variada, existindo formas estreladas, cilíndricas ou lenticulares. As lamelas estão arranjadas em grupo de três, formando uma banda. Existe sempre uma banda periférica ao plasto. Envolvendo o cloroplasto, existem duas camadas de retículo endoplasmático rugoso, sendo que em muitos gêneros, a mais externa envolve também o núcleo.
- Pigmentos - possuem além da clorofila a, clorofilas $c_1$ e $c_2$. Entre os carotenos, o mais comum e o β-caroteno, enquanto que entre as xantofilas, a mais frequente é a fucoxantina, um pigmento marrom que é parcialmente responsável pela cor parda dessas algas.
- Pirenoides - presente nas ordens mais primitivas, porém está ausente nas ordens Dictyotales, Sphacelariales, Laminariales e Fucales.
- Produto de Reserva - os principais produtos de reserva das algas pardas são polissacarídeos do tipo laminarina e manitol, que ocorrem no citoplasma. Também podem ocorrer compostos fenólicos agregados formando vesículas de fucosano de coloração parda. Essas vesículas, juntamente com

a fucoxantina presente nos plastos, são responsáveis pela cor parda dessas algas.

- Flagelos - não são encontradas células vegetativas móveis, exceto os gametas ou zoósporos. Geralmente, existem dois flagelos diferentes inseridos lateralmente ou subapicalmente. Um é longo, plumoso e o outro é curto, simples. Nas proximidades do ponto de inserção do(s) flagelo(s) ocorre a mancha ocelar vermelha constituída por estruturas lipídicas fotossensíveis. Na maioria das algas pardas ocorrem um flagelo plumoso longo e outro liso e curto. Nas algas pardas da ordem Fucales o flagelo plumoso é curto enquanto o liso é longo. Na ordem Dictyotales ocorreu a perda de um dos flagelos, permanecendo apenas o flagelo plumoso, o qual é longo.

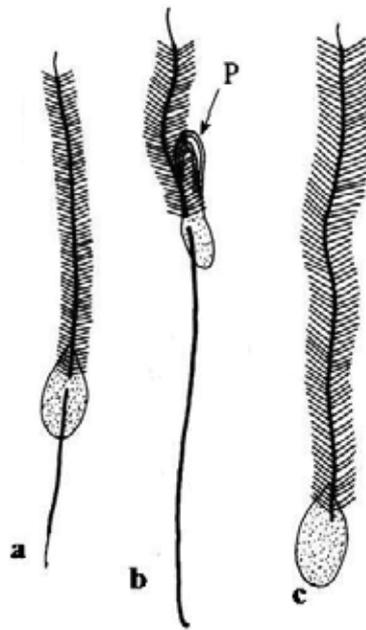



Figura 2. (a) flagelo encontrado na maioria das algas pardas; (b) flagelo das algas pardas da ordem Fucales; (c) flagelo das algas pardas da ordem Dictyotales (Extraído de van den Hoek et al. 1995).

## REPRODUÇÃO

A reprodução vegetativa pode realizar-se pela simples fragmentação do talo ou mediada por fragmentos pluricelulares especializados, como os propágulos de Sphacelaria. A fragmentação do talo é o único tipo de reprodução conhecido em algumas espécies flutuantes, como Sargassum. Diversas espécies deste mesmo gênero, que vivem fixas ao fundo do oceano nas zonas costeiras, se reproduzem sexuadamente, porém as formas livres e flutuantes perderam esta capacidade e vivem perpetuando em fase vegetativa.

Como sistema suplementar de reprodução podem formar mitósporos a partir de mitosporângios (pluriloculares). A meiose ocorre em um meio-sporângio (unilocular). Os meiósporos (zoósporos ou aplanósporos) são produzidos por divisão nuclear livre.

A reprodução gamética pode ser por isogamia, anisogamia e oogamia.

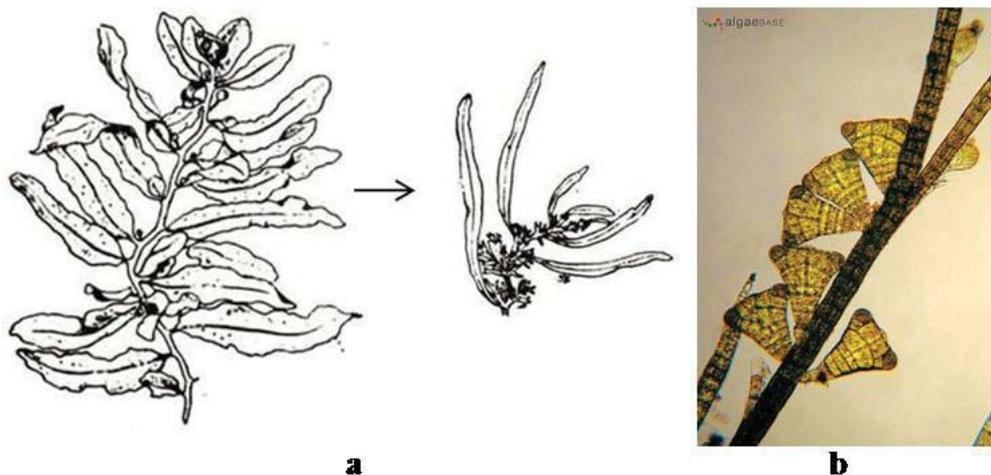



Figura 3. Tipos de reprodução vegetativa em algas pardas. (a) fragmentação do talo (Sargassum) (Extraído de Scagel et al. 1982); (b) formação de propágulo (Sphacelaria) (www.algaebase.org).

Entre as feófitas adota-se uma nomenclatura especial para as células reprodutivas: órgãos pluriloculares e uniloculares.

- Órgão plurilocular - as células produzidas nesta estrutura são móveis e derivadas de mitose. O órgão plurilocular pode aparecer tanto no gametófito quanto no esporófito. Quando ocorre no gametófito (n), funciona como um gametângio, produzindo células haploides sexuais (gametas). Porém pode ocorrer desenvolvimento partenogenético desses gametas. Quando ocorre no esporófito (2n), funciona como um esporângio, produzindo células diploides assexuadas (esporos).
- Órgão unilocular - ocorre apenas no esporófito. É formado por uma célula geralmente grande e esférica, e corresponde ao centro da meiose. Após a meiose formam-se quatro ou mais esporos haploides (sempre múltiplos de quatro).

Interpreta-se a fase macroscópica como sendo o esporófito, enquanto que o gametófito seria extremamente reduzido. Os esporângios são formados em cavidades especiais denominadas de conceptáculos, que podem estar espalhados no talo ou agrupados em porções dilatadas das extremidades dos ramos, denominadas de receptáculos. Ex. Ordem Fucales.

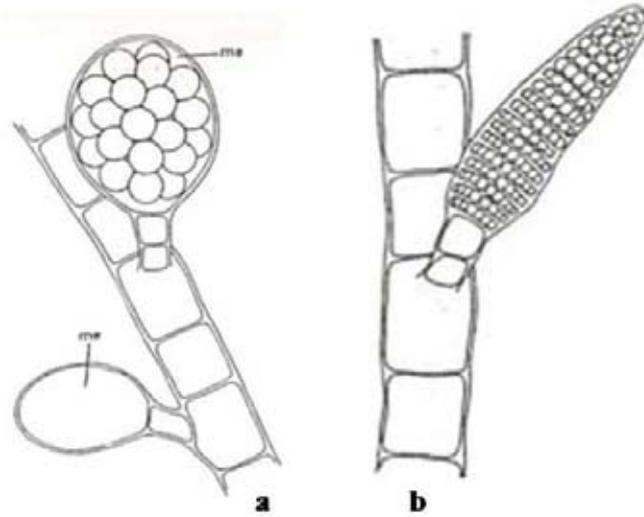



Figura 4. Tipos de células reprodutivas (gametângio e esporângio). (a) órgão unilocular; (b) órgão plurilocular (Extraído de Scagel et al. 1982).

## HISTÓRICO DE VIDA

É monofásico (diplonte) ou bifásico (haplodiplonte), neste último tipo as espécies apresentam alternância de geração isomórfica ou heteromórfica.

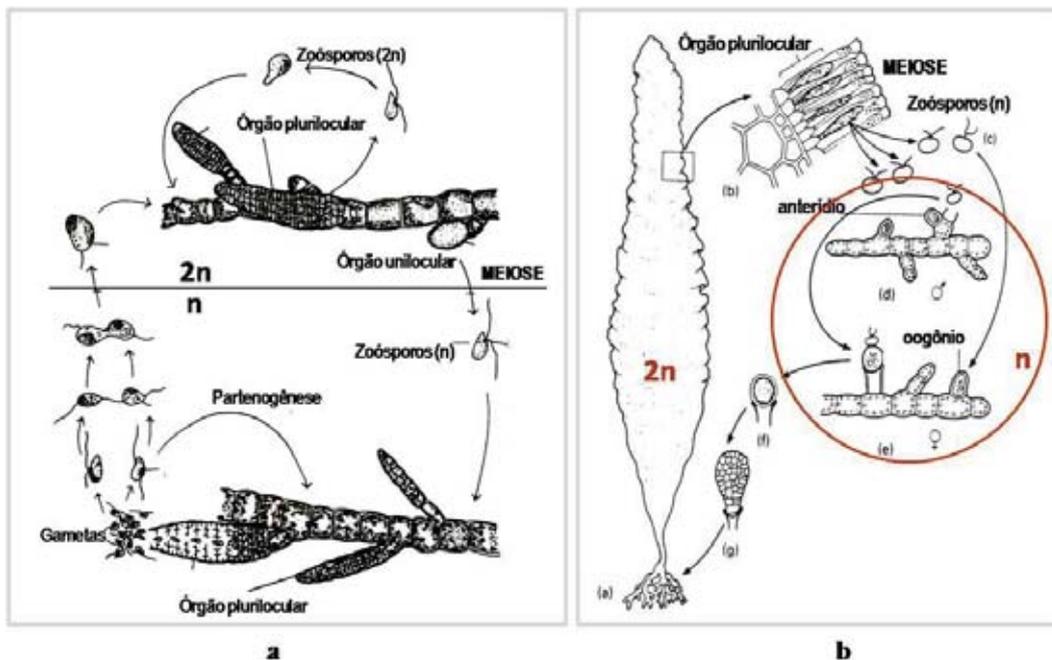



Figura 5. (a) Ciclo de vida haplodiplonte isomórfico; (b) Ciclo de vida haplodiplonte heteromórfico.

## CLASSIFICAÇÃO

São referidos cerca de 265 gêneros e 1.500-2.000 espécies. Atualmente apenas uma classe tem sido reconhecida: Phaeophyceae (Bold & Wynne 1985, Lee 1989, van den Hoek et al. 1995).

São critérios utilizados na classificação das feófitas: a estrutura e tipo de crescimento do talo; estrutura do cloroplasto, forma, número e presença/ausência de pirenoide; tipo de reprodução sexuada e histórico de vida.

## DIVISÃO BACILLARIOPHYTA

(Diatomáceas)

As diatomáceas são organismos unicelulares ou coloniais componentes importantíssimos do fitoplâncton. Estima-se que as diatomáceas são responsáveis por 25% do total da produção primária na Terra. Estão entre os componentes mais abundantes e importantes dos ecossistemas marinhos. Algumas diatomáceas liberam substâncias tóxicas e envenenam a água quando as populações se tornam muito densas, em um fenômeno chamado de "maré vermelha", como é descrito mais adiante para alguns dinoflagelados (ex. Pseudonitschia).

Após a morte das diatomáceas, as frústulas (parede celular), extremamente resistentes devido à presença de sílica, são depositadas no fundo de lagos ou mares. Esses depósitos podem atingir proporções significativas. Essas terras de diatomáceas (como são conhecidos os depósitos) têm extensivo uso industrial como filtro de líquidos, especialmente em refinarias de açúcar, e como isolante térmico em caldeiras. São empregadas também como abrasivo.

Devido à resistência das paredes das diatomáceas, as frústulas têm sido preservadas ao longo do tempo, permitindo uma análise da flora fóssil e consequente dedução da temperatura e alcalinidade das águas de tempos passados. São também utilizadas como indicadores de camadas que podem conter petróleo ou gás natural.

## CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

- Eucarióticas;
- Clorofila a, c1 e c2;
- Pigmentos acessórios:
- Carotenos - principalmente β-caroteno e xantofilas – diatoxantina e principalmente fucoxantina;
- Produto de reserva: crisolaminarina e óleos.
- Parede celular: sílica.
- Presença de flagelo no gameta masculino (Ordem Centrales).

## OCORRÊNCIA

As diatomáceas são os organismos mais importantes do plâncton marinho. Estão presentes também em ambientes de água doce ou terrestres úmidos. Algumas formas são saprófitas, enquanto que outras podem viver simbioticamente.

## MORFOLOGIA

A grande maioria das diatomáceas é unicelular, porém existem formas coloniais. São geralmente marrom amareladas, verde amareladas ou marrom escuras. A célula das diatomáceas é muito complexa, formada por duas partes que encaixam entre si como as duas metades de uma placa de Petri. Estas metades frequentemente denominadas frústulas, contêm geralmente grandes quantidades de sílica, até 95% do seu peso. A frústula externa que recobre em parte a outra é a epiteca e a frústula interna é a hipoteca. A parte lateral de cada uma das valvas que encaixam uma sobre a outra constitui a região do cíngulo, de modo que quando observamos uma diatomácea de lado, obtemos uma visão da região do cíngulo.

## ORGANIZAÇÃO CELULAR

- Parede celular - é denominada de frústula, sendo formada por duas partes ou valvas, que se encaixam: epiteca (maior) e hipoteca (menor). O local de encaixe entre estas duas valvas é denominado de pleura ou cíngulo. Muitas vezes, ocorre a deposição de mais parede entre as duas valvas, formando bandas.

A parede é constituída por sílica e substâncias pécticas (carboidrato). A sílica confere uma grande resistência a essa estrutura. Não existem evidências de que haja celulose.

- Cloroplasto - geralmente dois cloroplastos parietais com um pirenoide central. Porém existem gêneros em que ocorre apenas um ou numerosos cloroplastos discoides. A ultraestrutura desses cloroplastos e semelhante à de Phaeophyta.
- Pigmentos - possuem clorofila a, c1 e c2. O carotenoide predominante é a fucoxantina, um pigmento marrom. Possui também β-caroteno e outras xantofilas.
- Reserva - a crisolaminarina, que se acumula em vesículas no citoplasma. Além de apresentar óleos, os quais são encontrados nos cloroplastos ou no citoplasma.
- Flagelos - estão presentes apenas em gametas masculinos da Ordem Centrales, um por célula.

## CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS

Autores mais tradicionais reconhecem duas ordens com base na simetria da célula:

- Ordem Pennales - a estrutura da valva é geralmente arranjada em referência a uma linha central, proporcionando uma simetria bilateral. Existem geralmente dois cloroplastos parietais, um núcleo central, suspenso por pontes citoplasmáticas e um vacúolo central.

Na maioria das Pennales, encontra-se no centro da valva, um sulco com fissura vertical, sem depósito de sílica, denominado de rafe. Ela pode ter forma reta, ondulada ou sigmoide. Na região central e nas laterais existem espessamentos esféricos denominados respectivamente de nódulo central e nódulos polares.

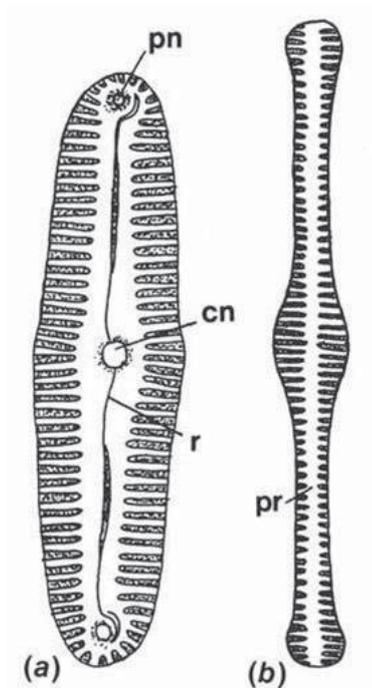



Figura 6. Diagrama mostrando uma diatomácea com rafe, sendo (cn) nódulo central, (pn) nódulo polar, (r) rafe e outra com pseudorafe (pr) (Extraído de Lee 2008).

- Ordem Centrales - a estrutura da valva é arranjada em referência a um ponto central localizado na própria valva dando origem a uma valva cêntrica ou radial ou é arranjada em referência a dois, três ou mais pontos, dando origem a uma valva biangular, triangular ou poligonal. Nesses casos, a simetria é sempre radiada. Essas células apresentam numerosos cloroplastos discoides, um núcleo e um grande vacúolo central.

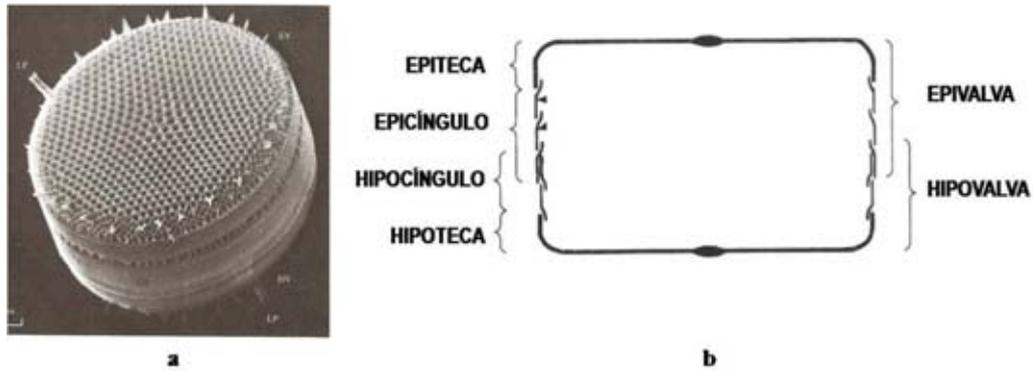



Figura 7. (a) micrografia eletrônica de uma diatomácea da ordem Centrales; (b) corte diagramático de uma frústula de diatomácea, mostrando cada um dos cíngulos e valvas (epiteca e hipoteca) (Extraído de van den Hoek et al. 1995).

## MOVIMENTO

Diatomáceas da Ordem Pennales podem apresentar movimentação. O mecanismo não está totalmente esclarecido, porém está relacionado com a presença de rafe. Através de estudos de microscopia eletrônica, verificou-se a presença de fibrilas na região da rafe, bem como corpos cristaloides, produtores de muco, o que facilita a locomoção. O movimento nessas diatomáceas está na dependência da adesão ao substrato.

## REPRODUÇÃO E HISTÓRICO DE VIDA

Nas diatomáceas, ocorre tanto a reprodução gamética quanto a vegetativa e espórica.

- Reprodução vegetativa - Ocorre através de divisão celular simples ou bipartição. Após o aumento do protoplasto de uma célula, as duas valvas se afastam. No entanto, a divisão plasmática só ocorre após a divisão mitótica do núcleo diploide. A seguir, cada célula filha forma uma nova hipoteca que se encaixa na metade "materna" da carapaça.

Desta forma, apenas uma célula filha mantém o tamanho da célula mãe; a outra é um pouco menor. No transcurso das sucessivas divisões celulares, uma parte da população vai diminuindo de tamanho. Esta redução constante é compensada, em algumas espécies, por um maior número de divisões da célula filha de maior tamanho. No entanto, quando atinge um tamanho mínimo, o tamanho inicial é recuperado principalmente através da reprodução gamética, através do aumento do zigoto.

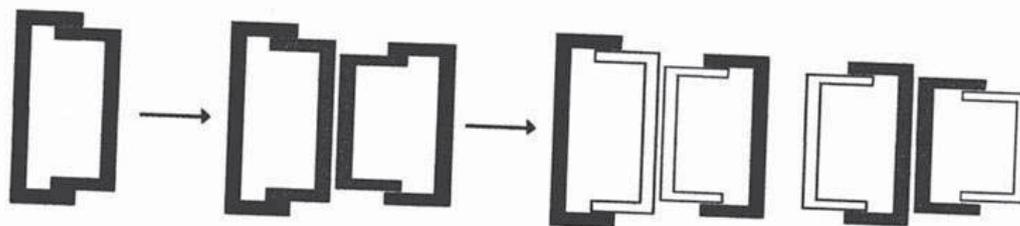



Figura 8. Diagrama representando a redução em tamanho da célula de uma diatomácea após duas divisões (Extraído de Lee 2008).

- Reprodução espórica - Algumas diatomáceas podem formar estatósporos quando as condições ambientais tornam-se adversas. Ocorre um espessamento da parede e perda do vacúolo, o que promove o afundamento da célula na massa d'água. Essas células podem voltar à atividade quando as condições melhoram. Durante este processo, ocorre um aumento de protoplasto com consequente restabelecimento do tamanho da espécie.
- Reprodução gamética
- Ordem Centrales - São organismos diplontes e a reprodução é oogâmica com meiose na formação de gametas.

O gameta masculino tem um flagelo, sendo denominado de anterozoide. Este penetra no oogônio (aflagelado) através de uma falha nas valvas ou após a oosfera ter sido liberada da parede. O zigoto que se origina da fecundação recupera o tamanho da espécie. Este é denominado de auxósporo, porém não é um esporo de resistência, pois assim que se formam as duas valvas ele inicia o processo de bipartição.
- Ordem Pennales - São também organismos diplontes e a reprodução é isogâmica com meiose gamética. Duas células vegetativas transformam-se em gametângios. Colocam-se paralelamente uma a outra e segregam substâncias gelatinosas (pectinas). Cada célula sofre meiose, dando origem a quatro núcleos haploides, sendo que dois degeneram. Desta forma, cada célula fica com dois gametas, um imóvel e o outro móvel (movimentos ameboides). As duas células abrem-se e o gameta móvel de cada célula migra para junto do gameta imóvel da outra célula, fundindo-se. Os dois zigotos crescem, formando auxósporos. Pode também ocorrer **autogamia**, ou **apomixia.[**

**Autogamia**

É a fusão de dois gametas dentro da mesma célula.

**Apomixia**

A célula mãe desenvolve um auxósporo sem que haja o processo sexual ou redução cromossômica.

## CLASSIFICAÇÃO

**São referidos cerca de 250 gêneros e aproximadamente 100.000 espécies distribuídas em uma única classe: Bacillariophyceae. São reconhecidas duas ordens com base na simetria da célula: Centrales e Pennales (van den Hoek 1995, Lee 2008).**

# LINHAGEM ALVEOLATA

# DIVISÃO DINOPHYTA (=PYRROPHYTA =DINOFLAGELADOS)

(do grego pyrrhós = cor de fogo + phyton = planta)

São incluídas predominantemente formas unicelulares biflageladas que ocorrem principalmente no plâncton marinho. No entanto, existem formas de água doce. Podem ser fotossintetizantes (algumas simbióticas com animais) ou heterotróficas (saprófitas, parasitas e holozoicas).

Representantes desta divisão podem causar marés vermelhas, que correspondem a um aumento exagerado do número de indivíduos de uma dada espécie, formando manchas de coloração visível nos mares, devido à alta densidade. Ocorrem principalmente em águas costeiras ricas em nutrientes, principalmente com o aumento exagerado de Nitrogênio (N) e Fósforo (P). Entre os principais gêneros causadores de marés vermelhas destacam-se: Prorocentrum, Ceratium, Cochlodinium, Gymnodinium e Alexandrium. Podem causar morte de peixes pelo consumo exagerado de oxigênio e produção de toxinas. Essas toxinas agem no sistema nervoso. Os moluscos geralmente não são sensíveis, mas podem acumular essas toxinas, que podem atingir o homem e outros mamíferos através da sua ingestão.

Alguns gêneros apresentam bioluminescência (ex. Noctiluca). Através da oxidação da luciferina pela luciferase, ocorre a formação de um produto excitado que libera fótons.

## CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

- Eucarióticas;
- Clorofila a e c2;
- Pigmentos acessórios:
- Carotenos - principalmente β-caroteno e xantofilas - peridinina, neoperidinina, dinoxantina, entre outras;
- Produtos de reserva: amido e óleo;
- Parede celular: quando presente é composta de celulose;
- Presença de dois flagelos.

## OCORRÊNCIA

Ainda que mais numerosos no mar, são encontrados também na água doce, na água salobra e na areia das praias. Os mais comuns (tanto na água doce como no mar) são as espécies dos gêneros Peridinium e Ceratium. Os dinoflagelados são responsáveis pela bioluminescência que apresenta

em algumas ocasiões na água do mar ao ser agitada à noite, por exemplo, com o passar do barco. As formas marinhas destituídas de placas são mais comuns na região oceânica enquanto as revestidas por celulose são mais comuns no plâncton costeiro.

## MORFOLOGIA

Na divisão Dinophyta o tipo unicelular e biflagelado é característico e é o mais frequente, no entanto algumas formas coloniais móveis, palmeloide, como Urococcus, unicelulares ameboides, como Dinamoebidium, que produzem zoósporos nus, espécies cocoides, como Cystodium, unicelulares e sésseis, como Stylodinium e espécies pluricelulares filamentosas, como Dinothrix, também ocorram. Em todas as células não móveis são produzidas células reprodutivas móveis, providas de flagelo laterais, como os típicos das formas móveis.

Os dinoflagelados podem ser nus, destituídos de placas tecais ou couraçados, com membrana plasmática encerrando várias placas tecais (anfiesma) preenchidas por celulose ou não.

Alguns dinoflagelados apresentam uma camada abaixo da anfiesma, a película, constituída por esporopolenina, substância resistente às substâncias ácidas e básicas. Nos representantes couraçados, a célula é formada por duas metades ou tecas: o terço superior designado de epicone ou epiteca e o terço inferior denominado de hipocone ou hipoteca; separando estas duas metades ocorre o cíngulo, sulco transversal onde os flagelos estão inseridos (exceção ocorre nos representantes da ordem Prorocentrales, onde os flagelos são apicais). Dois flagelos estão presentes, sendo um plumoso e ondulado, posicionado ao redor do cíngulo, e um liso.

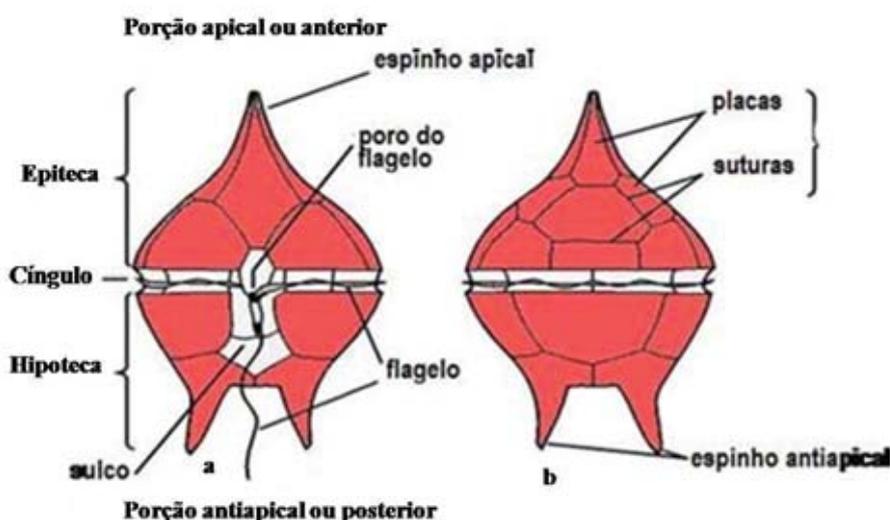



Figura 9. Diagrama mostrando a morfologia típica de um dinoflagelado. (a) Vista ventral; (b) Vista dorsal. (Modificado de Scagel et al. 1982).

## ORGANIZAÇÃO CELULAR

- Parede celular - quando presente é composta por celulose. É também denominada de teca. Essa estrutura é formada por unidades achatadas (placas poligonais) localizadas em vesículas, que se depositam sob a membrana plasmática. Alguns dinoflagelados apresentam uma camada abaixo das placas, uma película de esporopolenina, polímero complexo derivado de carotenoides. Algumas espécies apresentam escamas.
- Cloroplastos - ocorrem numerosos por célula, sendo constituídos por bandas de 2-3 tilacoides e o envoltório possui três membranas. Não apresenta retículo endoplasmático. Algumas formas possuem pirenoides.
- Pigmentos - Cerca de 50% dos dinoflagelados são autotróficos, podendo ocorrer ainda formas heterotróficas (parasitas e saprófitos) e simbióticas. Nas formas autotróficas ocorrem: clorofila a e c, β-caroteno e xantofilas exclusivas do grupo, como peridinina, neoperidinina, dinoxantina e neodinoxantina.
- Reserva - os principais produtos de reserva são amido e óleo, os quais ficam acumulados no citoplasma da célula.
- Núcleo - é do tipo mesocariótico, caracterizado pela presença de cromossomos permanentemente condensados, mesmo na interfase, e aderidos à carioteca, que fica intacta durante toda a divisão celular. Esse tipo de núcleo também ocorre em Euglenophyta.
- Flagelos - dois flagelos estão presentes sendo um plumoso e ondulado, posicionado ao redor do cíngulo, e um liso.

## REPRODUÇÃO E HISTÓRICO DE VIDA

Reproduzem-se vegetativamente através de simples divisão celular (bipartição). Ocorre também reprodução sexuada através da formação de gametas (isogamia ou anisogamia). São organismos haplontes.

A divisão celular das células móveis se realiza segundo o plano que passa pelo ponto de inserção dos flagelos. Normalmente cada metade herda um dos flagelos e diferencia o que lhe falta.

As células podem encistar-se, formar membranas espessas e acumular abundantes reservas alimentícias com a qual se tem muita resistência às características extremas do meio. Este encistamento é particularmente frequente entre as espécies de água doce podendo ocorrer em espécies marinhas.

## ASPECTOS ECOLÓGICOS

Em geral, especialmente em algumas águas marinhas calmas, os dinoflagelados são os mais importantes depois das diatomáceas como produtores

primários no mar. Assim, representam uma fonte de alimento, direta ou indiretamente, para as populações herbívoras do zooplâncton e outros animais.

Devido à sua rápida reprodução por divisão celular, podem produzir extensas florações de dinoflagelados em um espaço de tempo muito curto. Em condições ambientais ótimas, as células podem dividir-se várias vezes ao dia. É normal que em águas naturais as concentrações de células marinhas são de vários milhões de células por litro. Deste modo, a esta densa concentração, colorem a água de verde, marrom ou vermelho.

Desempenham um papel importante junto aos antozoários (octocoralia) na edificação dos recifes de corais, uma vez que sem as zooxantelas (dinoflagelados) os pólipos não conseguem sobreviver (relação mutualista).

## CLASSIFICAÇÃO

São conhecidas por volta de 2000 a 4000 espécies, incluindo formas marinhas e de água doce. A divisão Dinophyta possui apenas uma única classe, Dinophyceae com quatro ordens: Prorocentrales, Peridiniales, Gymnodiniales e Dinophysiales, segundo Lee (2008).

## CONCLUSÃO

Como você pode notar os grupos constituintes das linhagens estramenópila e dos alveolados apresentam algumas características em comum, como a presença de dois tipos de flagelos, um plumoso e outro liso. Dentre as três divisões a única que não apresenta formas coloniais nem unicelulares, exceto gametas e esporos, é a divisão Phaeophyta. Para o bom entendimento desta aula foi necessário recorrer a conceitos anteriormente trabalhados. As diatomáceas juntamente com os dinoflagelados estão entre os mais abundantes e importantes dos ecossistemas marinhos, contribuindo para a produção primária na Terra. E as algas pardas dominam as praias rochosas ao longo das regiões mais frias do globo.

## RESUMO

Neste capítulo fizemos uma caracterização geral das algas das divisões Phaeophyta, Bacillariophyta e Dinophyta, trabalhando novos conceitos e outros já vistos em aulas anteriores. As três divisões estudadas apresentam sua maior diversidade no ambiente marinho e uma grade importância ecológica. Foram caracterizados os tipos morfológicos de talo, a organização celular, características reprodutivas e de ciclo de vida de cada grupo.

## ATIVIDADES

Visto o conteúdo, vamos realizar um exercício aplicando os conceitos estudados nesta aula.

1. Faça um quadro comparativo das principais características das ordens de Bacillariophyta: Pennales e Centrales.
2. Diferencie um esporângio unilocular de um plurilocular.
3. O que caracteriza os dinoflagelados?
4. Pesquise sobre o fenômeno de maré vermelha e disserte sobre a influência antrópica para a sua ocorrência.

## PRÓXIMA AULA

Na próxima aula continuaremos o estudo das algas, com as algas das divisões Euglenophyta e Chlorophyta.

## AUTOAVALIAÇÃO

Antes de passar para o próximo capítulo busque algumas fotos das algas estudadas (algas pardas, diatomáceas e dinoflagelados) e busque aplicar mentalmente os conhecimentos passados neste capítulo. Só prossiga após realmente ter entendido todos os conceitos abordados nesta aula.

## REFERÊNCIAS

BOLD, H.C. 1972. O reino vegetal. Editora Edgard Blucher Ltda. EDUSP, São Paulo. 189p.

GIFFORD, E.M. & FOSTER, A.S. 1996. Morphology and evolution of vascular plants. 3ed. W.H. Freeman and Company, New York. 626p.

JOLY, A.B. 1987. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. 8ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo. 777p.

LEEDALE, G.F. 1974. How many are the kingdoms of organisms? Taxon 23: 261-270.

MARGULIS, L. & SCHWARTZ, K.V. 2001. Cinco reinos: um guia ilustrado dos filos da vida na Terra. 3a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

OLIVEIRA, E.C. 1996. Introdução à Biologia Vegetal. EDUSP, São Paulo. 224p.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. 2007. Biologia Vegetal. 7ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 728p.

SCAGEL, R.F., BANDONI, R.J, MAZE, J.R., ROUSE, G.E., SCHOFIELD, W.B., STEIN, J.R. 1982. Plantas no Vasculares, Editora Omega S.A.
SMITH, G.M. 1987. Botânica Criptogâmica. I volume. Algas e Fungos. 4ed. Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa. 527p.
VAN DEN HOEK, C., MANN, D.G. & JAHNS, H.M. 1995. Algae. An introduction to phycology. Cambridge University Press, Cambridge.